

PGS.TS. PHAN HỒNG LIÊN (*Chủ biên*)
TS. LÂM VĂN HÙNG - TS. NGUYỄN TRUNG KIÊN

TUYỂN TẬP

CÁC BÀI TẬP

VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG

DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÓ CÁC CHUYÊN NGÀNH
VẬT LÝ, VẬT LÝ KỸ SƯ VÀ VẬT LÝ KỸ THUẬT

TẬP HAI
ĐIỆN - TỬ VÀ QUANG HỌC



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

PGS. TS. PHAN HỒNG LIÊN (Chủ biên)
TS. LÂM VĂN HÙNG - TS. NGUYỄN TRUNG KIÊN

TUYỂN TẬP CÁC BÀI TẬP VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG

*Dùng cho các trường Đại học có các chuyên ngành
Vật lý, Vật lý - Kỹ sư và Vật lý - Kỹ thuật
(Tái bản lần thứ nhất)*

TẬP HAI: **ĐIỆN – TỪ VÀ
QUANG HỌC**

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

Lời nói đầu

Bộ sách này là Tuyển tập các bài tập Vật lý đại cương dùng cho các trường Đại học có các chuyên ngành về vật lý, vật lý - kỹ sư và vật lý - kỹ thuật. Bộ sách được biên soạn theo chương trình của các trường Đại học trong nước và các nước tiên tiến trên thế giới.

Đây là những bài tập rất có giá trị cả về lý thuyết và thực tiễn, đã được đưa vào chương trình giảng dạy cho nhiều trường Đại học của một số nước và cho nhiều thế hệ sinh viên, học sinh các khối chuyên Lý của Việt Nam.

Vì vậy, các tác giả mong muốn xuất bản Tuyển tập nhằm mục đích cao nhất là chuyển tới các giảng viên giảng dạy vật lý tại các trường đại học có chuyên ngành đào tạo vật lý, vật lý kỹ thuật và các bạn sinh viên một tài liệu mới, có tính hệ thống để hỗ trợ cho việc nghiên cứu, giảng dạy và học tập.

Bộ sách này gồm ba tập:

Tập I: Cơ học - Nhiệt học và Vật lý phân tử;

Tập II: Điện - Từ và Quang học;

Tập III: Vật lý nguyên tử và hạt nhân, cấu trúc của vật chất.

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn dịch giả Phạm Văn Thiều - Hội Vật lý Việt Nam đã đóng góp nhiều ý kiến quý báu cho bộ sách.

Lần đầu tiên xuất bản, chắc chắn sẽ không tránh khỏi những thiếu sót. Các tác giả rất mong nhận được ý kiến đóng góp của độc giả để lần xuất bản sau sách được tốt hơn.

Mọi ý kiến xin gửi về: Công ty Cổ phần Sách Đại học - Dạy nghề - Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam, 25 Hàn Thuyên, Hà Nội.

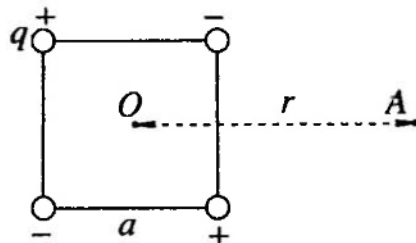
Các tác giả

ĐỀ BÀI

Phần 1. ĐIỆN - TỪ

§1. ĐIỆN TÍCH VÀ CƯỜNG ĐỘ ĐIỆN TRƯỜNG. LŨƠNG CỰC. ĐỊNH LÝ GAUSS

- 1.1. Tính tỉ số giữa lực đẩy tĩnh điện F_e của hai proton và lực hấp dẫn F_g của chúng. Tính tỉ số tương tự đối với hai electron.
- 1.2. Tại các đỉnh của một hình vuông cạnh a có các điện tích cùng dấu và có độ lớn bằng q . Cần phải đặt điện tích trái dấu Q bằng bao nhiêu tại tâm hình vuông để tổng hợp lực tác dụng lên mỗi điện tích bằng không?
- 1.3. Tính cường độ điện trường của lưỡng cực điện với momen lưỡng cực bằng $\vec{p}$. Khoảng cách đến lưỡng cực $r \gg l$, trong đó l là khoảng cách giữa các điện tích.
- 1.4*. Tìm phương trình của các đường sức điện trường của lưỡng cực điện trong hệ tọa độ cực.
- 1.5. Tìm biểu thức tính năng lượng của lưỡng cực trong điện trường ngoài có cường độ $\vec{E}$, xét các trường hợp sau:
 - a) Lưỡng cực cứng có momen lưỡng cực bằng $\vec{p}$;
 - b) Lưỡng cực đàn hồi với độ phân cực α ($\vec{p}_e = \alpha \vec{E}$ trong hệ Gauss).
- 1.6. Một tứ cực điện gồm hai điện tích điểm dương và hai điện tích điểm âm cùng độ lớn q nằm ở các đỉnh của một hình vuông cạnh a , như trên hình 1. Tìm điện trường của tứ cực tại điểm A nằm cách tâm O của hình vuông một khoảng r ($r \gg a$), đường OA song song với một trong các cạnh hình vuông.

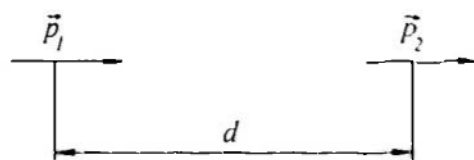


Hình 1

1.7. Tìm lực tương tác F giữa điện tích điểm q và một lưỡng cực điện, nếu khoảng cách từ điện tích điểm đến lưỡng cực bằng d , còn momen lưỡng cực $\vec{p}$ hướng dọc theo đường nối chúng.

1.8. Có tồn tại chuyển động tròn đều của một điện tích điểm quanh một lưỡng cực cố định không?

1.9. Tìm lực tương tác F giữa hai lưỡng cực điện, nếu momen lưỡng cực của $\vec{p}_1$ và $\vec{p}_2$ hướng dọc theo đường thẳng nối hai lưỡng cực, khoảng cách giữa các lưỡng cực là d (H.2).



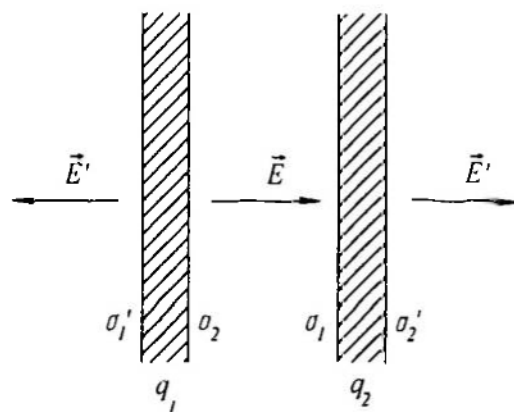
Hình 2

1.10. Một đĩa bán kính R được tích điện đều với mật độ điện tích mặt σ . Xác định cường độ điện trường E tại điểm nằm trên đường đi qua tâm, vuông góc đĩa và cách đĩa một khoảng d .

1.11. Ba mặt cầu kim loại vô cùng mỏng đồng tâm bán kính $R_1 < R_2 < R_3$, hai mặt cầu hai bên được nối đất, mặt cầu ở giữa được tích điện Q . Tìm cường độ điện trường tại mọi điểm trong không gian. Các mặt cầu nằm trong chân không.

1.12*. Trên một mặt cầu tích điện đều người ta khoét một lỗ nhỏ. Tính cường độ điện trường tại tâm lỗ.

1.13. Hai tấm kim loại phẳng song song rộng vô hạn đặt trong chân không (H.3). Tổng điện tích trên một đơn vị diện tích (tức là tổng điện tích trên cả hai mặt của một tấm) của tấm thứ nhất bằng q_1 , của tấm thứ hai bằng q_2 . Xác định mật độ điện tích mặt trên các tấm, cường độ điện trường giữa chúng và trong không gian.



Hình 3

1.14. Hai dây dẫn dài nằm song song và cách nhau một khoảng d được tích điện đều trái dấu với mật độ dài $+\chi$ và $-\chi$. Xác định cường độ điện trường E tại điểm cách mặt phẳng chứa hai dây dẫn một khoảng h và nằm trong mặt phẳng đối xứng của chúng.

Hướng dẫn. Sử dụng định lý Gauss để tìm cường độ điện trường do mỗi dây dẫn tạo ra, sau đó lấy tổng.

- 1.15.** Xác định cường độ điện trường E bên trong và bên ngoài tấm phẳng rộng vô hạn có độ dày d , trong tấm có điện tích dương phân bố đều với mật độ khối ρ .

Hướng dẫn. Sử dụng tính đối xứng của hệ các điện tích và định lý Gauss.

- 1.16.** Trong một tấm phẳng rộng vô hạn có độ dày $2d$, mật độ điện tích khối ρ biến thiên theo quy luật $\rho = \frac{\rho_0 x}{d}$, $(-d \leq x \leq d)$, trong đó x là trục

vuông góc với tấm phẳng. Trên tấm phẳng này có một khe nhỏ dọc theo trục x , bên trong khe có một lưỡng cực điện khối lượng m và momen $\vec{p}$. Tính chu kỳ của các dao động dọc nhỏ của lưỡng cực.

- 1.17.** Trong mẫu nguyên tử Thomson giả thiết rằng điện tích dương e phân bố bên trong quả cầu bán kính $R = 10^{-8}$ cm. Mật độ điện tích dương phân bố phụ thuộc vào bán kính như thế nào để electron (hạt có điện tích $-e$) nằm bên trong quả cầu dao động điều hoà? Các điện tích không tác dụng cơ học lên nhau. Bỏ qua từ trường của điện tích chuyển động. Tìm tần số dao động của electron.

- 1.18.** Một trong những thí nghiệm của Coulomb giúp ông khẳng định rằng lực hút của hai điện tích điểm trái dấu tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng, được mô tả như sau: ở lân cận một quả cầu nhỏ tích điện có treo một mũi tên nhỏ nằm ngang bằng cánh kiến trên sợi chỉ mảnh, một đầu của mũi tên có buộc một cốc nhỏ tích điện làm bằng lá vàng. Coulomb đo chu kỳ dao động T của mũi tên phụ thuộc vào khoảng cách d từ nó đến điện tích. Thừa nhận định luật Coulomb, hãy tìm sự phụ thuộc của chu kỳ dao động vào khoảng cách nói trên và vào các thông số khác của hệ. Chiều dài l của mũi tên rất nhỏ so với khoảng cách d .

- 1.19*.** Sử dụng định lý Gauss dạng vi phân, tính cường độ điện trường của các vật sau:

- a) Một quả cầu tích điện đều bán kính R ;
- b) Một tấm tích điện đều rộng vô hạn có độ dày $2h$.

Biết mật độ điện tích khối trong cả hai trường hợp đều bằng ρ .

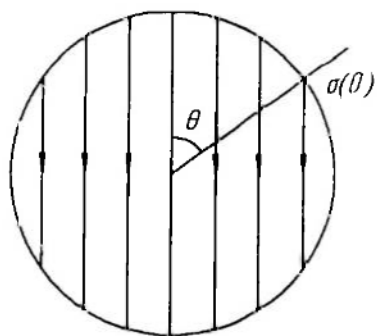
- 1.20.** Tính mật độ điện tích khối trung bình ρ của các điện tích trong khí quyển, nếu biết rằng cường độ điện trường trên bề mặt Trái Đất bằng 100V/m, ở độ cao $h = 1,5$ km cường độ này giảm còn 25V/m.

1.21. Với sự phân bố nào của mật độ điện tích khối $\rho(r)$ trong quả cầu để điện trường E_0 bên trong quả cầu hướng dọc theo bán kính và tại mọi điểm đều có giá trị như nhau?

1.22. Trong một quả cầu tích điện đều với mật độ điện tích khối ρ người ta khoét một lỗ cầu có tâm O' lệch với tâm O của quả cầu một khoảng r . Xác định cường độ điện trường bên trong lỗ cầu.

Hướng dẫn. Giả sử lấp lỗ bằng các điện tích trái dấu với mật độ điện tích khối $+\rho$ và $-\rho$. Khi đó điện trường bên trong lỗ là tổng hợp điện trường của hai quả cầu tích điện đều và trái dấu.

1.23. Với sự phân bố nào của mật độ điện tích mặt $\sigma(\theta)$ trên mặt cầu bán kính R (H.4), để điện trường bên trong quả cầu đều và bằng E_0 ? Khi đó điện trường bên ngoài quả cầu bằng bao nhiêu?

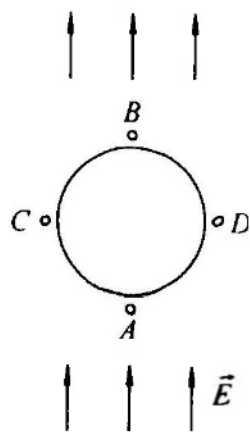


Hình 4

1.24. Một dây đồng dài được đặt trong điện trường đều E_0 vuông góc với trục dây. Tìm sự phân bố điện tích mặt trên dây $\sigma(\theta)$.

1.25. Đặt một quả cầu dẫn điện nhưng không tích điện vào điện trường đều E_0 . Hãy tìm trên mặt cầu những điểm mà tại đó:

- Điện trường có giá trị tuyệt đối không đổi;
- Điện trường có giá trị tuyệt đối tăng gấp đôi.



Hình 5

1.26. Đặt một quả cầu kim loại vào điện trường đều $\vec{E}$ (H.5). Khi đó cường độ điện trường tại các điểm A, B, C, D gần mặt cầu thay đổi như thế nào?

1.27. Mặt cầu kim loại bán kính R không tích điện được đặt trong điện trường đều $\vec{E}_0$. Tìm các điểm trong không gian sao cho ở đó:

- Điện trường bằng $2\vec{E}_0$;
- Điện trường bằng $\vec{E}_0/3$.

